

Aarne Suominen

SÄHKÖAJONEUVOJEN LATAUSPAIKKOJEN
TOTEUTUSPERIAATTEET JA LASKENTATYÖKALU

Sähkötekniikan koulutusohjelma
2018

SÄHKÖAJONEUVOJEN LATAUSPAIKKOJEN TOTEUTUSPERIAATTEET JA LASKENTATYÖKALU

Aarne Suominen
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Helmikuu 2018
Sivumäärä: 30
Liitteitä: 1

Asiasanat: sähköajoneuvot, sähkösuunnittelu, latauslaitteet, lataus

Opinnäytetyössä on perehdytty sähköautojen latauspisteiden suunnittelun kannalta keskeisiin asioihin. Työ käsittelee latauslaitteita koskevia määräyksiä, suojauksia, kaapelointeja sekä erilaisia lataustapoja, joilla ajoneuvo liitetään sähköverkkoon. Työssä on pyritty selvittämään eri latauslaitevalmistajien toteutusperiaatteita sekä ajoneuvojen latausaikoja eri akustokapasiteeteilla.

Työhön ei kuulu pikalatausasemien toteutusperiaatteisiin tutustuminen, vaan tutkinnan kohteena on peruslatauslaitteet, jotka palvelevat taloyhtiöitä sekä yritysten pysäköintialueita. Työn osana tehtiin myös latauslaitteiden määrien ja lataustehon määrittämistä helpottava työkalu, joka jää Sitowise Oy:n käyttöön.

ELECTRIC VEHICLE CHARGING STATION IMPLEMENTATION PRINCIPLES AND CALCULATION TOOL

Suominen, Aarne

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Electrical and Automation Engineering

March 2018

Number of pages: 30

Appendices: 1

Keywords: electric vehicle, electrical design, charging devices, charging

The field of this work was to get acquainted with the most important issues in designing charging points for electric vehicles. The work deals with charging devices, safety appliance, cabling and various charging modes for connecting the vehicle to the power-distribution network. The aim of this thesis was to find out the implementation principles of different charging devices and the charging time of vehicles with different battery capacities.

The work does not include getting acquainted with the implementation principles of fast-charging stations but focuses on basic charging systems that serve housing cooperatives and business parking areas. As part of the work, a tool for determining the number of charging devices and charging power was also made for Sitowise Ltd.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	KEHITYS.....	7
2.1	Ajoneuvot.....	7
2.2	Latauslaitteet.....	8
3	LATAUSRATKAISUT.....	9
3.1	Lataustavat.....	9
3.1.1	Mode 1.....	9
3.1.2	Mode 2.....	9
3.1.3	Mode 3.....	9
3.1.4	Mode 4.....	10
3.2	Latauslaitteet.....	11
3.2.1	Pikalataus.....	11
3.2.2	Peruslataus.....	11
3.3	Lataus ilman varsinaista latauslaitetta.....	11
3.4	Latausajat.....	12
4	SUUNNITTELUOHJEET.....	13
4.1	Suunnittelun lähtökohdat.....	13
4.2	Kuormanhallinta.....	13
4.3	Varokekoot.....	14
4.4	Vikavirtasuojaus.....	15
4.5	Kaapelointi.....	15
4.6	Mittaus.....	17
4.6.1	Autolämmitys/latauskenttä.....	17
4.6.2	RFID/PIN-koodi.....	17
4.6.3	Sisäänrakennettu mittaus.....	18
4.7	Latauslaitteen sijoitus.....	18
4.8	Toteutusperiaatteita.....	19
4.9	Esimerkkikohde.....	21
4.9.1	Nykyinen sähköjärjestelmä ja kulutus.....	21
4.9.2	Autopaikoitus.....	22
4.9.3	Vaatimukset.....	22
4.9.4	Toteutus.....	22
5	LASKENTATYÖKALU.....	24
5.1	Lähtökohdat.....	24
5.2	Työkalun luominen Exceliin.....	24
5.2.1	Liittymän tiedot.....	24

5.2.2 Ryhmäkeskuksen tiedot.....	25
5.2.3 Latauslaitteet ja lämmityspistorasiat	25
5.3 Toiminta käytännössä	26
6 PÄÄTELMÄT JA LOPPUTULOKSET	28
7 LÄHDELUETTELO	29
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Sähköajoneuvojen yleistymisen aiheuttaa haasteita sähkösuunnitteluun ja latausjärjestelmien toteutukseen. Tämän työn tarkoituksena on käsitellä sähköautojen latausta käytännön ja suunnittelun näkökohdasta. Viime vuosien aikana markkinoille on tullut useita täyssähköajoneuvoja ja sähkösuunnittelijoille on suuntautunut kysymyksiä latauksen toteutuksista ja varauksista taloyhtiöiden, yritysten ja kaupunkien suunnalta.

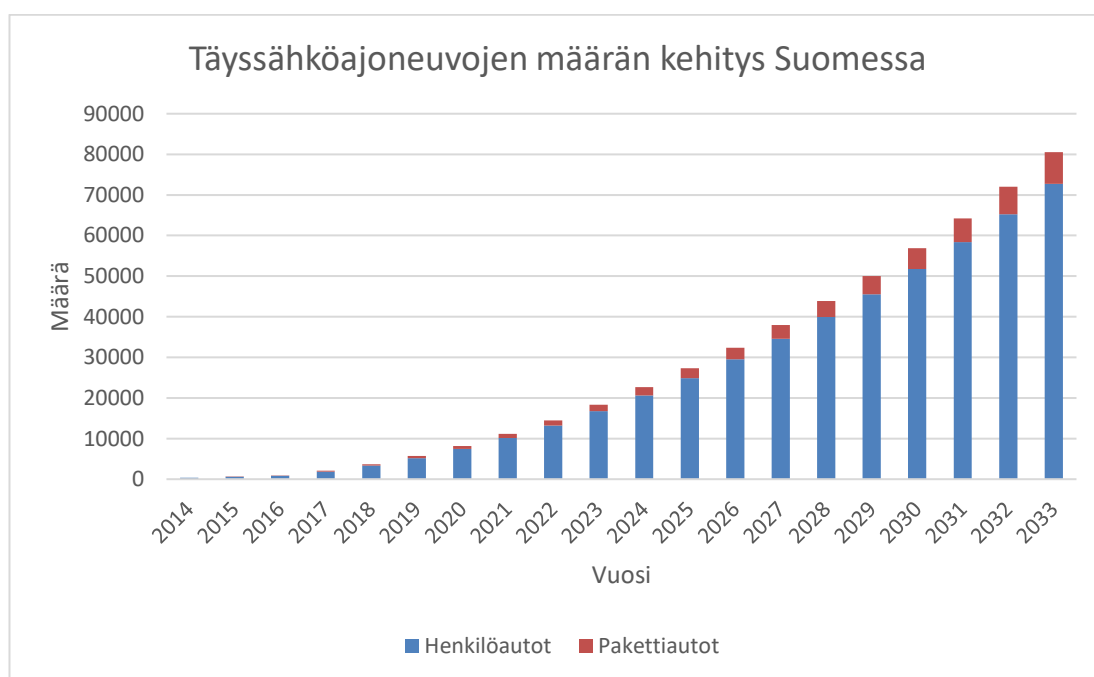
Hiljattain alkanut herääminen lataustarpeisiin kiinteistöjen hallinnoinnin puolelta on johtanut useisiin kysymyksiin suunnittelupuolelle. Ongelmaksi on muodostunut myös asiakkaiden tietämättömyys siitä, mitä oikeanlainen lataus vaatii ja paljonko se lisää sähköliittymän kokonaissähkönkulutusta. Opinnäytetyö antaa vastauksia sähköajoneuvojen tehontarpeeseen ja latauksen toteutukseen. Osana työtä on tehty Excel-pohjainen laskentaohjelma, jotta sähkösuunnittelijan työ helpottuisi ja asiakkaille voidaan antaa parempia vastauksia ja ehdotuksia toteutusvaihtoehtoista.

Jossain vaiheessa saattaa olla, että sähkösuunnitelmissa on oltava sähköauton latausmahdollisuus tietylle määrälle pysäköintipaikoista tai varauksia toteutukseen esimerkiksi kaapelireittien tai sähkökeskusten puolesta. Opinnäytetyön sisällöllä voidaan vastata osittain myös näihin vaatimuksiin, jotta sähkösuunnitelmat täyttävät edelleen määräykset tältäkin osin.

2 KEHITYS

2.1 Ajoneuvot

Valtion teknologian tutkimuskeskus VTT Oy on arvioinut henkilö- ja pakettiautojen käyttövoiman kehityksen vuoteen 2050 asti ALIISA-menetelmällä, joka on osa LIPASTO-laskentajärjestelmää. Menetelmän mukaan kymmenen vuoden kuluttua liikenteessä olisi noin 50 000 täyssähköautoa (kaavio 1). Sähköistysten eliniän (40 vuotta) aikana hybridien ja täyssähköajoneuvojen määrä kasvaisi arvion mukaan noin 600 000 kappaleeseen, joka on noin 20% sen hetkisistä ajoneuvoista. Näin ollen sähköajoneuvojen latauksiin tulisi sähköistyksissä varautua yhdenvertaisesti jo nyt sekä huomioida kaupunkialueilla suhteessa suuremmat sähkökäyttöä tukevien ajoneuvojen määrät. Lisäksi kyseessä on vain arvio, ja esimerkiksi valtion tai EU:n tukemana sähköajoneuvojen määrä voi nousta hyvinkin voimakkaasti, kun ajoneuvovalmistajat tuovat uusia malleja markkinoille. (Lipasto www-sivut 2017.)



Kaavio 1. Täyssähköautojen määrän kehitys (Lipasto www-sivut 2017)

2.2 Latauslaitteet

Kotitalouksia varten on saatavilla monia erilaisia latauslaitteita, joilla lataaminen onnistuu turvallisesti ja sopivalla teholla. Taloyhtiökäytössä latauslaitteet osaavat jo nyt hyödyntää Internet ja GSM-yhteyttä ja sen kautta yksilöidä käyttäjät, jolloin kulutettu sähkö on helppo laskuttaa käyttäjältä. Kehityksen kohteena on Mode 3 -lataustavan mukaiset autonlataus/lämmityskotelot, joilla on helppoa ja kustannustehokasta toteuttaa taloyhtiöiden lataustarpeet pienillä muutoksilla. (Anttila sähköposti 12.2.2018. Plugit Finland [www-sivut](http://www-plugit.fi) 2017.)

3 LATAUSRATKAISUT

3.1 Lataustavat

Eri lataustavoilla tarkoitetaan sitä, miten ajoneuvo on kytketty sähköverkkoon. Pistorasiatyyppejä sekä niiden virta- ja jännitearvoja on monenlaisia, joten ne on jaettu neljään eri lataustapaan. Suomessa suositellaan käytettäväksi lataustapoja 3 ja 4.

3.1.1 Mode 1

Lataustapa 1 (Mode 1) on ajoneuvo kytkettynä vaihtosähkönsyöttöön tavanomaisella Schuko- tai kolmivaihepistorasialla. Käytetään lähinnä kevyiden, henkilöautoista pienempien sähköajoneuvojen lataamiseen. Syöttöpuolella käytetään korkeintaan 16 A ja 250 V yksivaiheista tai 480 V kolmivaiheista standardisoitua pistorasiaa. (ST 51.90 2017, 2.)

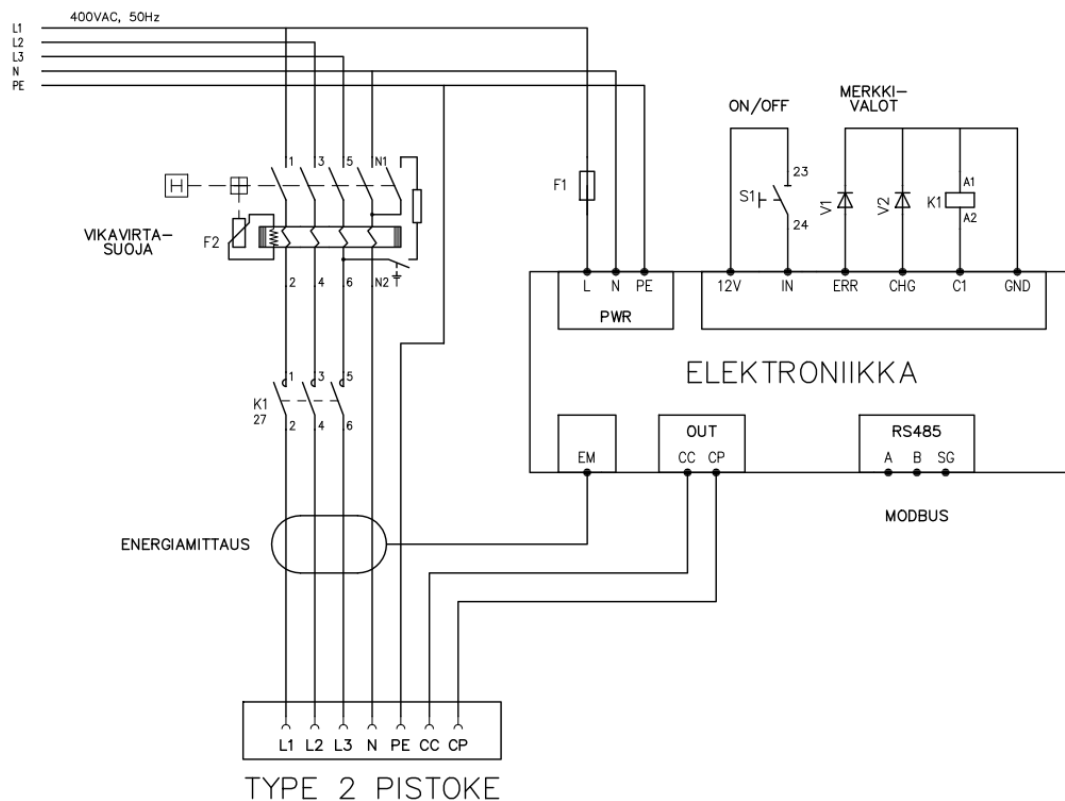
3.1.2 Mode 2

Samantapainen kuin Mode 1, mutta syöttöpuolen koko on korkeintaan 32 A ja 250 V yksivaiheisena tai 480 V kolmivaiheisena. Syötössä käytetään standardisoitua pistorasiaa ja suojamaadoitusjohtimia. Voidaan käyttää tilapäiseen lataukseen käytettäessä auton mukana toimitettavaa kotitalouspistorasiaan sopivaa latausjohtoa, joka on varustettu virtaa rajoittavalla ohjainlaitteella. (ST 51.90 2017, 2.)

3.1.3 Mode 3

Lataustavassa 3 käytetään erityistä sähköajoneuvon latausjärjestelmää, jossa ohjaustoiminnot ulottuvat kiinteästi vaihtosähköverkkoon liitettyyn sähköajoneuvon latauslaitteeseen (kuva 1). Latausvirta voi olla 6 – 63 A, jolloin lataustehoksi saadaan 1,4 – 43 kW. Lataustapa on suunniteltu erityisesti sähköautojen lataamiseen. Pistorasiana käytetään standardin EN 62196-2 mukaista kolmivaiheista pistorasiaa. Latauslaitteen

ja ajoneuvon välisen tiedonsiirtoväylän avulla varmistetaan ajoneuvon oikea kytkeytyminen latauspisteeseen sekä mahdollisesta kuormituksen ohjaus. (ST 51.90 2017, 2.)



Kuva 1: Lataustavan 3 mukaisen sähköajoneuvon latauslaitteen periaatekaavio (Suominen 2018.)

3.1.4 Mode 4

Lataustavassa 4 ajoneuvo on liitetty vaihtosähkön syöttöön käyttäen ajoneuvon ulkopuolista laturia, jossa ohjaustoiminnot ulottuvat kiinteästi vaihtosähköverkkoon liitettyyn sähköajoneuvon latauslaitteeseen. Laturi syöttää tasasähköä. Käytetään myös nimitystä teholataus, pikalataus ja DC-lataus. Pistorasiana käytetään standardin EN 62196-2 tai CSS-standardin mukaista pistorasiaa. Latauslaitteen ja ajoneuvon välisen tiedonsiirtoväylän avulla varmistetaan ajoneuvon oikea kytkeytyminen latauspisteeseen sekä mahdollisesta kuormituksen ohjaus. (ST 51.90 2017, 2.)

3.2 Latauslaitteet

Latauslaitteista puhuttaessa tarkoitetaan varsinaista ajoneuvon lataukseen tarkoitettua latauslaitetta, joka sisältää latausta valvovaa elektroniikkaa. Alle 22 kW latauslaitteet maksavat 1000 – 1500 euroa riippuen valmistajasta. Laitteessa voi olla valmis latauskaapeli, joka sopii tiettyihin autoihin valmistusmaan mukaan, tai vaihtoehtoisesti pelkkä pistoke latausjohdolle. Pistokkeeseen voidaan liittää eri automalleihin sopiva latausjohto, ja pistokemallisia latauslaitteita suositellaan käytettäväksi taloyhtiöissä. (Plugit Finland [www-sivut 2017](#). Autotie [www-sivut 2016](#).)

3.2.1 Pikalataus

Pikalatausta voidaan kutsua myös asiointilataukseksi, sillä lataus tapahtuu usein asiointin aikana. Pikalatauslaitteet ovat usein jonkun yrityksen asiakaspalveluun kuuluvia latauspisteitä, esimerkiksi Fortumin Gharge & Drive ja Teslan Superchargerit. Pikalatauksen teho on 22 – 125 kilowattia. (ST 51.90 2017, 2, Charge & Drive [www-sivut 2017](#). Tesla [www-sivut 2017](#).)

3.2.2 Peruslataus

Peruslatauksen latausvirta voi olla 6 – 63 A, jolloin saavutetaan 1,4 – 43 kW lataus-teho. Yleisimmät myynnissä olevat peruslatauslaitteet ovat 3,6 kW (1x16A), 7,2 kW (1x32 A), 11 kW (3x16 A) ja 22 kW (3x32 A). (Plugit Finland [www-sivut 2017](#).)

3.3 Lataus ilman varsinaista latauslaitetta

Sähköautoa voi ladata tavanomaisista yksi- ja kolmivaihepistorasioista, mutta tällöin on varmistettava, että kyseinen pistorasiaryhmä kestää suuremman rasituksen jatkuvasti. Ryhmässä ei myöskään saisi olla muita rasitteita. Tavanomaisten pistorasioiden käyttöä suositellaan vain tilapäisesti, sillä varsinaiset latauslaitteet osaavat keskustella auton elektroniikan kanssa tiedonsiirtoväylää pitkin varmistaen turvallisen latauksen.

Tilapäistä käyttöä voi olla esimerkiksi mökillä tai matkustaessa tapahtuva lataus. Monessa taloyhtiössä autolämmityspistorasian käyttö sähköauton lataamiseen on yksiselitteisesti kielletty, sillä lämmityspistorasia kestää pitkällä tähtäimellä vain lyhytaikaisen (noin kaksi tuntia) ja useimmiten kylmällä säällä tapahtuvan suuren rasituksen. On kuitenkin olemassa niin sanottuja heavy duty -Schukopistorasoita, jotka kestävät kovemman kuormituksen, mutta niitä käytettäessä latausteho jää useimmiten alle 2 kW tasolle auton oman elektroniikan rajoittaessa virtaa. (ST 51.90 2017, 3. Garo www-sivut 2017.)

3.4 Latausajat

Latausajat riippuvat lataustehosta. Taulukossa 1 on esitetty yleisimpien täyssähköisten automallien latausaikoja 90 % varauksen lisäykselle. Käytännössä päivittäiseksi ajomääräksi voidaan laskea 100 km, joka riittää jo useimpien tarpeeseen. Ajomäärässä on huomioitu myös kylmän sään aiheuttama auton sähkönkulutuksen nousu. Keskikulutus sadalla kilometrillä on automallista ja ajotavasta riippuen 15 – 25 kWh. Tällöin lataustehoksi suositellaan 7 kW, johon kykenevät useimmat markkinoilla olevat latauslaitteet joko 1-vaihe (1x32 A) tai 3-vaihe (3x10 A) kytkennällä. (Plugit Finland www-sivut 2017.)

Taulukko 1. Yleisimpien täyssähköautojen latausajat (Volkswagen www-sivut 2017. Tesla www-sivut 2017. Nissan www-sivut 2017. BMW www-sivut 2017.)

Ajoneuvon tiedot				Latausajat, tuntia (10-100%)						
Merkki	Malli	Kapasiteetti [kWh]	Huomioita	2,2kW 1x10A	3,6kW 1x16A	4kW 1x20A	7kW 3x10A	11kW 3x16A	22kW 3x32A	44kW 3x63A
Volkswagen	e-Golf	35	Perusmallia isompi akusto 2017 malli, uusi akusto	14,3	8,8	7,9	4,5	2,9	1,4	0,7
Tesla	Model S P85D	85		34,8	21,3	19,1	10,9	7,0	3,5	1,7
Tesla	Model X P100D	100		40,9	25,0	22,5	12,9	8,2	4,1	2,0
Nissan	Leaf	40		16,4	10,0	9,0	5,1	3,3	1,6	0,8
BMW	i3	33		13,5	8,3	7,4	4,2	2,7	1,4	0,7

4 SUUNNITTELUOHJEET

4.1 Suunnittelun lähtökohdat

Lähtökohtainen suositus on erillinen latauskeskus ja erilliset syöttävät sulakkeet jokaiselle latauslaitteelle. Näin minimoidaan latauksen mahdollisesti tuottavat häiriöt kiinteistön muuhun sähköverkkoon ja kuormanhallinta on helpompi toteuttaa. (Aaltonen sähköposti 17.12.2018.)

Mikäli tilaaja pyytää sähköajoneuvon latausvarausta, tulisi se huomioida vähintään alueputkituksen muodossa. Helpoin tapa toteuttaa latauspiste valmiiseen kohteeseen olisi pelkästään autolämmityskotelon vaihtaminen latauslaitteeseen ja mitata sähkönkulutus latauslaitteen kanssa kustannustehokkaimmalla tavalla. Varausten ja latausasemien suunnittelu on kuitenkin aina tapauskohtaista. Nyrkkisääntönä on kuitenkin se, että varauksena ei voida pitää pelkkää lataustavan 1- tai 2-tyyppistä pistorasiaa esimerkiksi autolämmityskotelossa, sillä kyseessä ei ole varsinainen sähköauton lataukseen tarkoitettu pistoke.

4.2 Kuormanhallinta

Sähköverkon toiminnan takaamiseksi ja kiinteistön tai liittymän pääsulakkeiden suojaamiseksi tulisi tarpeen mukaan käyttää kuormanhallintaa. Pientaloissa on jo pitkään käytetty esimerkiksi kiukaan ja lämminvesivaraajan tuottamien kuormien vuorottelua, eikä pientaloissa latausjärjestelmän hallinta ole sen erikoisempaa. Perinteisen kuormien vuorottelun lisäksi lataustehoa voidaan pienentää; esimerkiksi Schneider Wallbox kykenee puolittamaan lataustehon vaihekuormituksen kasvaessa. (Plugit Finland www-sivut 2017, ST 51.90 2017, 4.)

Isommissa, usean latauspisteen kohteissa voidaan käyttää portaattonta lataustehon säätöä runkojohdon kuormituksen mukaisesti. Portaattomalla säädöllä varustettu järjestelmä on käyttöönottokustannuksiltaan suurempi kuin ilman säätöä oleva, mutta vas-

taavasti säästöä saadaan, kun vältetään tarpeettomalta keskuksien ja kaapeloinnin yli-
mitoittamiselta. Esimerkiksi 8kpl 11 kW = 88 kW latausasemia vaatisivat $8 \times 3 \times 16$
A = 125 A pääsulakkeet ja latauskeskukselle vähintään $4 \times 70 \text{ mm}^2$ alumiinikaapelin.
Tehonsäädöllä varustettu järjestelmä, joka mitoitetaan maksimissaan 50 kilowattiin,
tarvitsee nimellisvirraltaan vain 80 A keskuksen ja syötöksi vähintään $4 \times 50 \text{ mm}^2$ alu-
miinikaapelin. Neljää autoa ladataessa hallintajärjestelmä kertoo latauslaitteille, että ne
voivat käyttää koko 11 kW:n kapasiteettinsa kokonaistehon ollessa 44 kW. Ajoneuvo-
jen määrän lisääntyessä hallintajärjestelmä pudottaa latauslaitteiden tehoa kokonaiste-
hon pysyessä alle 50 kilowatin. (ST 51.90 2017, 4.)

Kuormanhallintaa voidaan käyttää myös kiinteistön sähköjakelun turvaamiseen.
Vaikka latausasemia olisi vain viisi kappaletta 55 kW:n kokonaisteholla ja latausken-
tän tai keskuksen syöttö kestäisi kokonaistehon, voi hallintajärjestelmä tarkkailla kiin-
teistön liittymätehoa ja säätelee lataustehoa kulutushuippujen mukaan. Kuormitusvirran
tulee kuitenkin olla vähintään 6 A, jotta lataus ei pysähdy. (Aaltonen sähköposti
17.12.2017.)

4.3 Varokekoot

Latauslaitteiden varokekokoot mitoitetaan laitetta syöttävän kaapelin poikkipinta-alan
mukaan. Ilman kuormanhallintaa olevan autolämmitys/latauskenttään tai -keskukseen
tulisi asentaa teoreettisen maksimikuormituksen kestävät etusulakkeet, mutta tästä voi-
daan poiketa tapauskohtaisesti. (ST 51.90 2017, 4. SFS 6000 2017.)

Kun latausvirta esimääritetään latauslaitteeseen, tulee johdonsuojakatkaisijan valin-
nassa huomioida latauslaitteen valmistajan vaatimukset. Joissain tapauksissa johdon-
suojakatkaisijan tulee olla yhtä pykälää latausvirtaa suurempi; esimerkiksi 16 A la-
tausvirralle ohjelmoitu latauslaite saattaa vaatia toimiakseen 20 A johdonsuojakatkai-
sijan.

Kuormanhallintaa käytettäessä varokekoko riippuu käytettävästä. SFS 6000 -standardi
ei anna ohjeita tasauskertoimen laskentaan, eli myös kuormanhallintaa käytettäessä
sulakekoot tulee laskea tapauskohtaisesti.

4.4 Vikavirtasuojaus

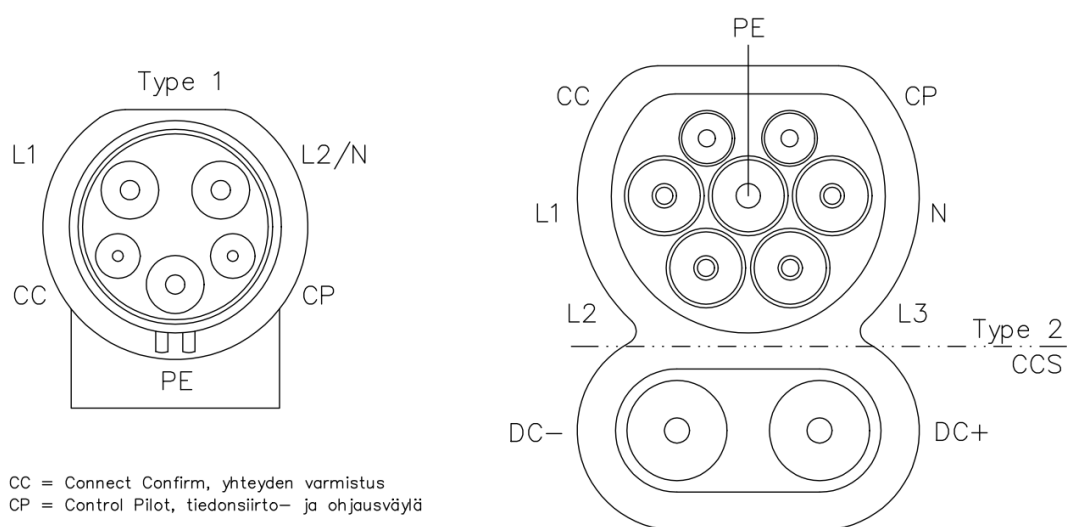
Tavanomainen yksi- tai kolmivaihepistorasia on lataustavoissa 1 ja 2 suojattava mitoitussivirraltaan enintään 30 mA vikavirtasuojalta, ja sen on oltava vähintään A-tyyppiä. Myös lataustavoissa 3 ja 4 virtapiiri tulee varustaa vähintään A-tyypin 30 mA vikavirtasuojalla. Sen tyyppi määräytyy käytön mukaan; asiointilatauksissa, joissa kuormituksen ominaisuuksia ei tunneta, tulee käyttää B-tyypin vikavirtasuojaa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että B-tyyppiä on käytettävä, kun latauslaitteella voi olla monta eri käyttäjää. Myös ajoneuvon valmistaja voi vaatia B-tyypin vikavirtasuojan käyttöä. Muutoin suojaukseen riittää A-tyyppi; A-tyypin vikavirtasuojaus soveltuu siis kotitalouksiin ja taloyhtiöihin, joissa latauslaitteella varustettua autopaikkaa käyttää vain yksi henkilö. Lähtökohtaisesti suositellaan kuitenkin käytettäväksi B-tyypin vikavirtasuojasta kaikissa latausasemissa. Kustannustehokkain tapa saavuttaa B-tyypin tason suojaus on käyttää A-tyypin vikavirtasuojaa syöttävässä keskuksessa ja valita latauslaitteeksi sellainen, jossa on DC-vikavirtojen suodatus, esimerkiksi Keba KeContact P30. Vikavirtasuoja tulee valita sopivaksi johdonsuojakatkaisijalle ja esisulakkeelle. (Aaltonen sähköposti 12.2.2018. Plugit Finland www-sivut 2017. Sesko 2018, 3. ST 51.90 2017, 3.)

4.5 Kaapelointi

Latauslaitteiden kaapelointi tehdään useimmiten MCMK- tai AMCMK-maakaapeleilla. Taloyhtiöissä kaapelit asennetaan suojaputkiin, jotta kaapeleita voidaan helpommin vaihtaa isommiksi lataustehon kasvua silmällä pitäen tai asentaa väyläkaapelointi tiedonsiirtoa varten. Putkituksissa on huomioitava asennuskohteeseen sopiva lujuusluokka (A tai B). Pintavedoissa, esimerkiksi pysäköintihalleissa, kaapelointi voidaan tehdä MMJ-asennuskaapelilla käyttäen asianmukaista suojaputkea, kuten JAPP-alumiiniputkea. Kaapelia mitoittaessa on käytettävä tasauskerrointa 1, mikäli syötössä ei käytetä kuormanhallintaa. Latauspiireihin, eli pistorasiaa tai latauslaitetta syöttävään ryhmäjohtoon saa liittää vain sähköajoneuvon lataamiseen ja lämmitämiseen tarkoitettuja piirejä. Ylijännitesuoja tulisi asentaa, mikäli syöttö tapahtuu ilmajohdoilla. (SFS 6000 2017. Plugit Finland www-sivut 2017.)

Latauslaitteet voidaan kaapeloida omaan ryhmäänsä yksi- tai kolmivaiheisena. Yksivaiheiset latauslaitteet voidaan ketjuttaa yksivaiheisella kaapelilla tai kolmivaiheisella kaapelilla vaiheita (L1, L2, L3) vuorotellen. Kolmivaiheisten latauslaitteiden syöttökaapelia ei voida ketjuttaa, elleivät latauspistettä suojaavat komponentit sijaitse latauslaitteessa. (ST 51.90 2017, 3) Ajoneuvoteollisuus panostaa kuitenkin kolmivaiheiseen lataukseen, joka on syytä ottaa huomioon latauspaikkoja suunniteltaessa. (Aaltonen sähköposti 13.2.2018.)

Latauslaite voi syöttää ajoneuvoa joko pistokemallisella kaapelilla tai latauslaitteeseen integroidulla kaapelilla. Pistokemallisessa latauslaitteessa on useimmiten Type 2 -pistoke, ja ajoneuvoon kytketään joko Type 1 tai Type 2 -pistotulpalla varustettu kaapeli (kuva 2). Mikäli latauslaite varustetaan integroidulla kaapelilla, sen tyyppi valitaan latauslaitetta ostettaessa. CCS Combo (Combined Charging System) -pistoke sisältää Type 2 -pistokkeen lisäksi pikalatauksen mahdollistavat DC-navat (kuva 1). Pistoke saa syöttää vain yhtä ajoneuvoa. (ST 51.90 2017, 4.)



Kuva 2. Standardin IEC 62196 mukaiset tyypin 1 ja 2 latauspistokkeet (ElectroEurope 2011)

4.6 Mittaus

Käytetty sähkö tulee laskuttaa ajoneuvon omistajalta. Mittauksen seurannan toteutus on suurin eroavaisuus latauskokonaisuuksissa sähköjakelun ohella, ja sen voi toteuttaa perinteisillä keskuksissa sijaitsevilla mittareilla, väylätekniikkaa hyödyntäen tai langattomasti. Usein latauslaite itsessään sisältää mittauselektroniikan ja osaa hyödyntää erilaisia Internet-pohjaisia taustajärjestelmiä.

4.6.1 Autolämmitys/latauskenttä

Yksinkertaisin mittaustapa on syöttävässä keskuksessa tai latauslaitteen viereen asennettu latauslaitekohtainen DIN-mittari. Mittaustiedot voidaan lukea mittarin näytöltä ja sähkönkulutus laskuttaa ajoneuvon omistajalta. DIN-mittareissa on mahdollista käyttää myös väylätietoa, kuten Modbus-väylää mittaustietojen keruuseen. Modbus on sarjaliikenneprotokolla, joka mahdollistaa samaan verkkoon kytkettyjen laitteiden välisen kommunikoinnin ja toimittaa tulokset tietokoneelle. (Anttila henkilökohtainen tiedonanto 9.2.2018. Plugit Finland [www-sivut 2017](#).)

4.6.2 RFID/PIN-koodi

RFID-tunniste sopii parhaiten julkiseen ja puolijulkiseen käyttöön. Latauslaitteen kannessa oleva RFID-lukija tunnistaa käyttäjän RFID-sirun, jolloin kulutettu sähkö saadaan perittyä tunnisteiden käyttäjältä taustajärjestelmän avulla. RFID:n käyttäminen edellyttää internetyhteyttä ja tietysti sellaista latauslaitetta, jossa RFID-tunnistus on mahdollista. Internetyhteys onnistuu latauslaitteeseen sisäänrakennetulla tai lisävarusteena saavana GSM-moduulilla, Ethernet-liitännällä tai langattomalla WLAN-verkolla. Ethernet-liitännässä kaapelointi voidaan toteuttaa esimerkiksi Toughcat 7-tietoverkkokaapelilla. GSM ja Ethernet ovat mahdollisia esimerkiksi Keba KeContact-latauslaitteissa ja kaikki esimerkiksi Schneider EVlink Smart-latauslaitteessa. Kummassakin latauslaitteessa tuki verkkokäytölle on lisävaruste ja sopiva tekniikka valitaan tapauskohtaisesti. PIN-koodin käyttö toimii kuten RFID, mutta lukijan tilalla on koodinäppäimistö. (Plugit Finland [www-sivut 2017](#). Schneider Electric [www-sivut 2017](#).)

4.6.3 Sisäänrakennettu mittaus

Latauslaitteessa on usein sisäänrakennettu kulutusmittaus, mutta lähinnä taloyhtiöille hyvä ratkaisu on esimerkiksi Fibox-lämmityskotelot, jotka käyttävät RS485-porttia mittaustiedon etälukemista varten. Kaapelina käytetään JAMAK 2x(2+1)x0,5 -väyläkaapelia. Piharasioissa on yleensä myös näytöllä varustettu mittari. Markkinoilla olevista piharasioista suurin osa on toistaiseksi varustettu pelkällä Schuko-pistorasialla, eikä sitä voida pitää sähköauton latausasemana, vaikka kotelossa olisikin mittaus. (Anttila henkilökohtainen tiedonanto 9.2.2018. Plugit Finland www.sivut.fi)

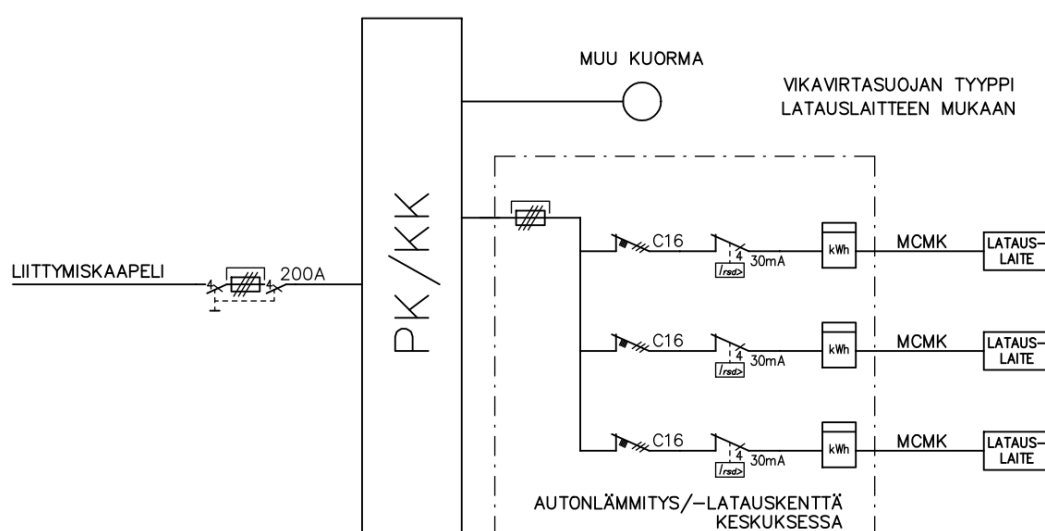
4.7 Latauslaitteen sijoitus

Latauslaite tulee sijoittaa mahdollisimman lähelle syöttävää keskusta, jotta välttyään pitkiltä kaapelivedoilta, varsinkin jos keskuksen oikosulkuvirta ei ole kovin suuri. Latauslaitteet tulisi kaapeloida omiin ryhmiinsä, joten kaapelointikuluista syntyvät kustannukset saadaan pienemmiksi, kun latauslaitteet ovat lämmityskoteloita lähempänä. Latauslaite tulee sijoittaa alareunastaan 0,5 – 1,5 metrin korkeudelle maasta. Mikäli latauslaitteessa tai autonlämmitys/latauskotelossa pistokkeen kätisyys on valittavissa, tulee pistoke sijoittaa ajoneuvon latausportin puolelle. (ST 51.90 2017, 3.)

Iskunkestoluokan tulisi olla julkisilla paikoilla ja pysäköintialueilla IK10 SFS-EN 62262 mukaan sekä täytettävä muut IEC/TS 61439-7 julkaisun mukaiset julkiselle paikalle asennettavan latausaseman mekaaniset testit. Puolijulkisilla paikoilla, esimerkiksi pysäköintilaitoksissa ja yksityisillä pysäköintialueilla latausaseman pitää kestää IK07 luokan mukainen isku. Lähtökohtaisesti suositellaan IK08 luokan kestoisuutta. (ST 51.90 2017, 3.)

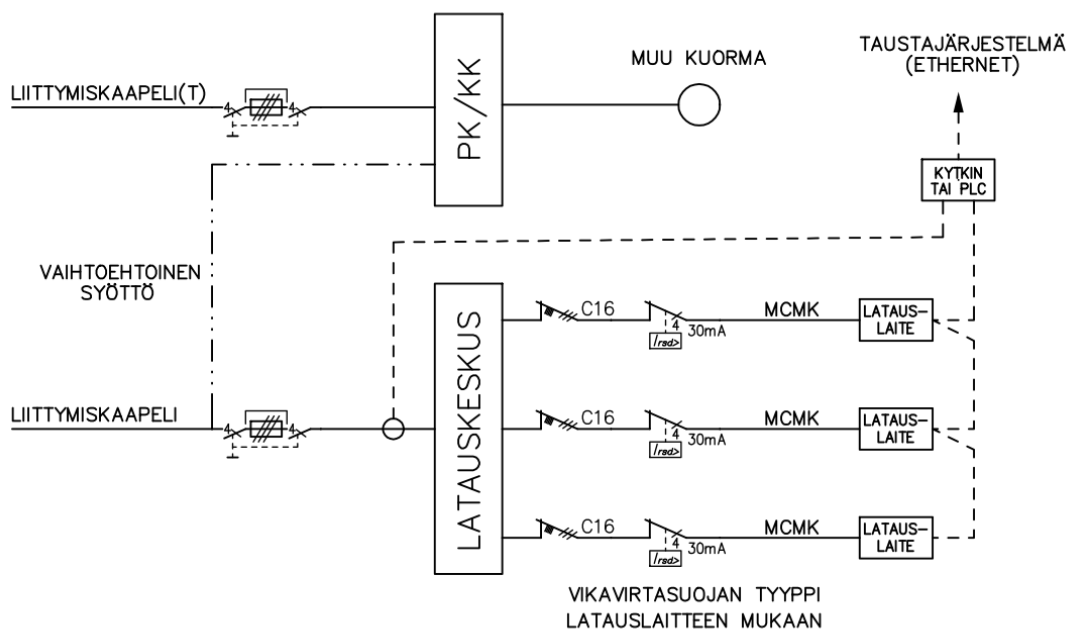
4.8 Toteutusperiaatteita

Esimerkki 1. Uudis- tai saneerauskohde, asuinrakennus 200 A sähköliittymällä. Kuvassa 3 on esitetty latauslaitteiden sähkönsyötön periaate. Keskus on varustettu 16 ampeerin johdonsuojakatkaisijoilla, jolloin lataustehoksi saadaan 7-11kW. Mittaus on keskuksessa toteutettu DIN-mittarein. Mittauksessa voidaan hyödyntää myös taustajärjestelmää RS485 protokollan avulla. Mittaus on mahdollista toteuttaa myös suoraan latauslaitteissa, jolloin jokaiselle latauslaitteelle tulee viedä väylä- tai Ethernet-kaapeli mittaustietoa varten. (ST 51.90 2017, 3. Plugit Finland [www-sivut 2017.](http://www.sivut2017.fi))



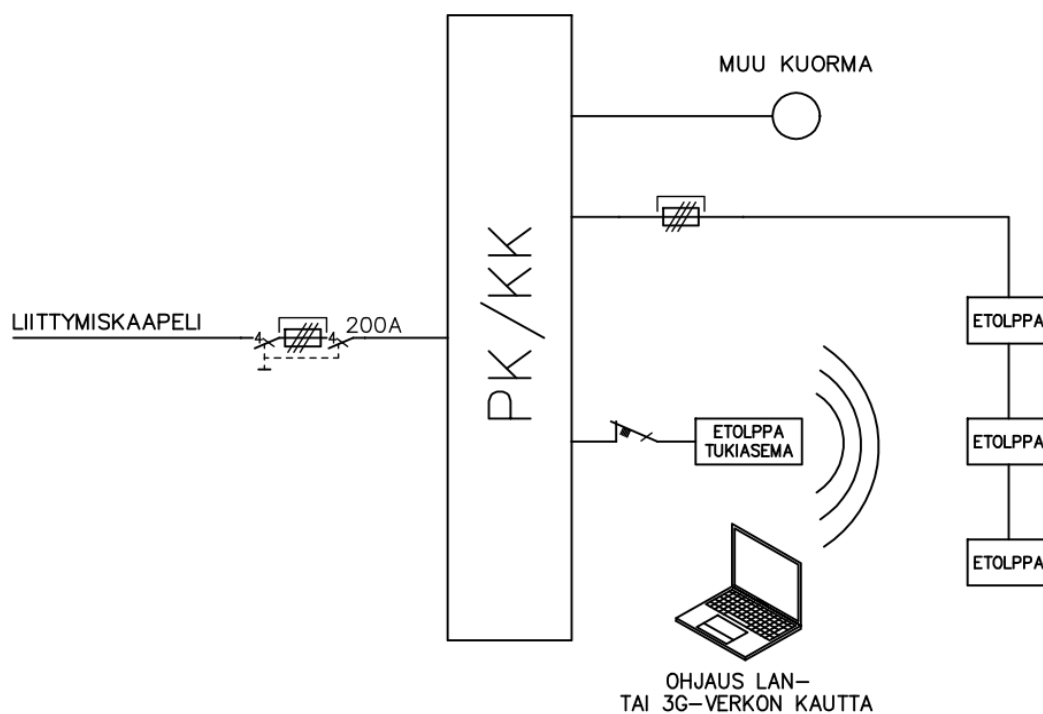
Kuva 3. Asuinrakennuksen autolatausjärjestelmä, esimerkki 1 (Suominen 2018.)

Esimerkki 2. Uudis- tai saneerauskohde, asuinrakennus >200 A sähköliittymällä. Kuvassa 4 on esitetty latauslaitteiden sähkönsyötön periaate. Sähköautojen latausta varten on oma keskus ja taustajärjestelmä. Järjestelmä mittaa syöttökaapelin jännitettä ja säätelee lataustehoa kuormituksen mukaan. Latauslaitteille kaapeloidaan syötön lisäksi ohjaus-/väyläkaapeli. Latauskeskuksen syöttö voidaan tarpeen mukaan ottaa myös kiinteistön keskukselta. Sähkönjakeluverkkoyhtiö määrittää, kuinka monta liittymää tontille voidaan tuoda. Mikäli lähtökohtana on vain yksi liittymä tonttia kohden, tulee latauskeskuksen syöttö tuoda kiinteistön pääkeskuksen kautta. (Juhala sähköposti 26.2.2018.)



Kuva 4. Asuinrakennuksen autolatausjärjestelmä, esimerkki 2 (Suominen 2018.)

Esimerkki 3. Uudis- tai saneerauskohde, asuinrakennus yli 200 A sähköliittymällä. Kuvassa 5 on esitetty latauslaitteiden tai lämmitystolppien sähkönsyötön periaate. Järjestelmänä käytetään esimerkissä eTolppa-järjestelmää, jossa kiinteistöön asennetaan Xodem-tukiasema mittausta ja ohjausta varten. Normaalit eTolppa-lämmityskotelot sisältävät kaksi kappaletta Schuko-pistorasioita, joista saadaan vain 3,6 kW latausteho, mikäli ajoneuvon oma elektroniikka ei automaattisesti rajoita virran suuruutta. Järjestelmään voidaan lisäksi asentaa latausasema maksimissaan 22 kW latausteholla, mutta tällöin on huomioitava johtimien riittävyys tai asennettava latausasemalle oma syöttökaapelointi. (eTolppa www-sivut 2017.)



Kuva 5. Asuinrakennuksen autolatausjärjestelmä, esimerkki 3 (Suominen 2018.)

4.9 Esimerkkikohde

Esimerkkikohteena on 70-luvun alussa rakennettu 40 asunnon taloyhtiö, joka on liitetty kaukolämpöön.

4.9.1 Nykyinen sähköjärjestelmä ja kulutus

Nykyinen pääkeskus on nimellisvirraltaan 250 A ja pääsulakkeet 3x200 A. Liittymiskaapeli on PLKVJ 3x120+70, eikä pääsulakkeiden koko ole kasvatettavissa. Viime vuonna tunnin huipputeho on 28 kW (3x40 A) ja 1-vaiheinen oikosulkuvirta liittymispisteessä 4079 A. Kiinteistön sähkönjakelu on alkuperäinen ja taloyhtiöön on suunniteltu linjasaneeraus lähivuosina. Linjasaneerauksen yhteydessä on mahdollista muuttaa liittymäkokoa.

4.9.2 Autopaikoitus

Taloyhtiön autopaikoituksella on 22 autopaikkaa. 18 autopaikkaa on varustettu lämmityspistokkeella, ja tolppia on yhteensä 9 kappaletta. Kaapelointi on tehty kahdessa ryhmässä kaapeleilla, joiden poikkipinta-ala on 6mm^2 ja sulakkeet $3\times 25\text{ A}$. Viimeinen lämmityspylväs sijaitsee 50 metrin päässä pääkeskuksesta.

4.9.3 Vaatimukset

Taloyhtiö on päättänyt, että tulevassa linjasaneerauksessa toteutetaan 4 kappaletta sähköauton latauspaikkoja sekä varaudutaan muilla autopaikoilla latauksen toteuttamiseen myöhemmin. Minimi latausteho voidaan laskea olettamalla keskimääräiseksi ajomatkaksi 100 kilometriä päivässä, mutta varauduttava olisi 200 kilometrin päivittäiseen ajomäärään. Tällä hetkellä markkinoilla olevien sähköautojen keskikulutus on noin $20\text{ kWh} / 100\text{ km}$. Auton ollessa koko yön taloyhtiön pihalla voidaan latausajaksi olettaa 10 tuntia päivässä.

Näin yhden autopaikan lataustehoksi saadaan $4\text{ kW} / \text{autopaikka}$ (kaava 1). Suurimmalle osalle todennäköisesti riittää pienempikin latausteho, mutta kohde mitoitetaan 4 kW lataukselle mahdollistaen pidemmät ajomatkat tai suuremman kulutuksen esimerkiksi talviaikana.

$$\frac{200\text{ km} * 0,20\text{ kWh/km}}{10\text{ h}}$$

Kaava 1. Yhden ajoneuvon latausteho

4.9.4 Toteutus

Lataustehon ollessa $4\text{ kW} / \text{autopaikka}$ tulisi autopaikoituksen kokonaistehoksi $22\times 4\text{ kW} = 88\text{ kW}$ eli kuormitusvirraksi noin $3\times 125\text{ A}$. Täyden lataustehon ja tunnin huipputehon $28\text{ kW} / 3\times 40\text{ A}$ aikana kiinteistön kokonaiskuormitusvirta olisi noin $3\times 185\text{ A}$. Luultavasti tätä kulutushuippua ei tulla kuitenkaan saavuttamaan, sillä kaikki latauspisteet eivät todennäköisesti käytä maksimitehoaan samanaikaisesti.

Laskelman perusteella voidaan todeta, että linjasaneerauksen yhteydessä ei tarvitse kasvattaa pääkeskuksen nimellisvirtaa 400 ampeeriin, vaan 250 A nimellisvirta riittää jatkossakin. Nykyistä pääkeskusta ei voi sellaisenaan käyttää latauksia varten sen teknisen käyttöiän päättymisen ja varalähtöjen puutteen vuoksi.

Sähkönjakelun uusimisen yhteydessä tehdään seuraavat toimenpiteet:

- Kiinteistön syöttökaapelin uusiminen AXMK 4x240mm² alumiinikaapeliksi mahdollistaen 250 A pääsulakkeet.
- Pääkeskus uusitaan 250 A nimellisvirralla, ellei verkkoyhtiö vaadi mahdollisuutta tuoda toista liittymiskaapelia, jolloin keskuksen nimellisvirran on oltava 400 A.
- Pääkeskuksen kiinteistöosaan asennetaan 160 A sulakepohjat ja sen taakse 125 A varokelähtö erillistä latauskeskusta varten sekä 4 kappaletta 3x16 A lähtöjä DIN-mittausvarauksella, joista kaapeloidaan MCMK 4x2,5+2,5 urakan yhteydessä toteutettaville latauspaikoille sekä latauslaitteen vaatima datakaapelointi. Näin mahdollistetaan 4kpl 7-11 kW latauspaikkoja. Selektiivisyys huomioitava sulakkeiden mitoituksessa; pääsulakkeet 250 A, kiinteistöosa 160 A ja mahdollinen latauskeskus 125 A.
- Sähköpääkeskushuoneesta rakennetaan varausputkitus autopaikoitusalueelle latauskeskusta varten AMCMK 4x70mm² syöttökaapelille.

(SFS 6000 2017.)

5 LASKENTATYÖKALU

Osana opinnäytetyötä on Excel-laskentatyökalun luominen liittymän kuormitusta ja lataustehon mitoittamista helpottamaan jatkoa ajatellen. Laskentatyökalu on jatkossa osa Sitowise-konsernin asiakirjamalleja.

5.1 Lähtökohdat

Vaikka latausjärjestelmä ja kiinteistön muu sähkönjakelu on aina tapauskohtainen, yleisesti voidaan ajatella mallia, jossa latauslaitteita palvelevan keskuksen syöttö tulee suoraan kiinteistön pääkeskukselta. Muiden keskusten käyttäminen pääkeskuksen ja latauslaitteita syöttävän keskuksen välissä kasvattaa keskusten nimellisvirtaa ja nousukaapeleiden kokoa tarpeettomasti. Näin ollen laskentatyökalu osaa ottaa huomioon tilanteen, jossa latauslaitteiden syöttö kaapeloidaan suoraan pääkeskukselta tai yhden alakeskuksen kautta. Muita lähtökohtia ovat oikosulkuvirran laskenta ja autolämmityspistokkeiden sekä tunnin huipputehon huomiointi.

5.2 Työkalun luominen Exceliin

Monimutkaisessa laskentatyökalussa avainasia on helppokäyttöisyys. Taulukon malliin kiinnitettiin erityistä huomiota ja laskentasolut, joihin ei kuulu syöttää arvoja, sijoitettiin erilleen.

5.2.1 Liittymän tiedot

Ensimmäiseen tietokenttään täytetään liittymän tiedot:

- Pääkeskuksen oikosulkuvirta
- Liittymiskaapeli
- Päävarokkeet
- Verkkojännite 1-vaiheisena
- Nykyinen tunnin huipputeho tai uudiskohteessa arvio kuormituksesta ilman autolämmitys- ja latauspaikkoja

Ohjelma laskee pääkeskuksen impedanssin (kaava 6) ja liittymän kapasiteetin sekä käytettävissä olevan tehon (kaava 4).

5.2.2 Ryhmäkeskuksen tiedot

Työkaluun voi halutessaan antaa yhden ryhmäkeskuksen tiedot. Syötettäviä arvoja ovat keskuksen nimi, nousukaapeli ja keskuksen muu kuormitus, jos keskuksesta syötetään esimerkiksi autopaikoituksen valaistusta. Ohjelma laskee keskuksen oikosulkuvirran (kaavat 2 ja 3) ja jännitteenaleneman (kaava 5). Mikäli keskusta ei käytetä, johdinpituudeksi annetaan 0 (nolla), jolloin ohjelma poistaa keskuksen nousukaaviosta eikä laskennoissa oteta huomioon keskuksen tietoja, vaikka soluihin olisi syötetty esimerkiksi keskuksen muu kuormitus. Keskuksen syöttökaapelin tyyppi muuttuu punaiseksi, mikäli sulakekoko ylittää kaapelin virrankestoisuuden.

5.2.3 Latauslaitteet ja lämmityspistorasiat

Kolmanteen tietokenttään syötetään latauslaitteiden ja lämmityspistorasioiden tiedot. Latauslaitteissa annettavia tietoja ovat määrä, teho, syöttökaapeli ja lataustyyppi joko 1- tai 3- vaiheisena. Oletuksena ohjelma laskee sulakekoon 3-vaiheiselle latauslaitteelle. Autolämmityspistokkeiden tiedoiksi syötetään lämmityspaikkojen määrä, teho, lämmitysryhmien määrä ketjutetuissa asennuksissa, syöttökaapeli sekä käyttöaste. Käyttöasteella tarkoitetaan arviota siitä, montako lämmityspaikkaa on samanaikaisesti käytössä. Oletukset käyttöasteelle on 60% ja teholle 1,5 kW, joita voidaan muuttaa tarvittaessa kohteen luonteen mukaan. Latauslaitteen tai lämmityspistokkeen syöttökaapelin tyyppi muuttuu punaiseksi, mikäli sulakekoko ylittää kaapelin virrankestoisuuden. Ohjelma laskee oikosulkuvirrat syöttökaapelin pituuden mukaan ja kuormitukset kilowatteina sekä ampeereina (kaavat 3 ja 4).

$$I_{c,3L,max} = \frac{c * U}{\sqrt{3} * \sqrt{(R_M + R_C)^2 + (X_M + X_C)^2}}$$

Kaava 2. Suurin 3-vaiheinen oikosulkuvirta (AMK www-sivut 2009.)

$$I_{c,1L,min} = \frac{c * U}{\sqrt{3} * \sqrt{(R_M + R_c + R_{PEN})^2 (X_M + X_L + X_{PEN})^2}}$$

Kaava 3. Pienin 1-vaiheinen oikosulkuvirta (AMK www-sivut 2009.)

$$P_{max} = I * U * 3$$

Kaava 4. Huipputeho (Mäkelä, Soininen, Tuomola & Öistämö 2005, 120)

$$U_{muutos} = \frac{U - (\frac{P}{P_{max}}) * I * R_L}{U}$$

Kaava 5. Jännitteenalenema (AMK www-sivut 2009.)

$$Z_k = \frac{c * U}{I_{c,1L,min}}$$

Kaava 6. Keskuksen impedanssi (Mäkelä, Soininen, Tuomola & Öistämö 2005, 126)

5.3 Toiminta käytännössä

Ohjelman toimivuus kokeillaan antamalla sille tiedot kohteesta. Esimerkkikohteena on olemassa oleva taloyhtiö Turun keskustassa.

- Liittymäkoko 3 x 200 A, AXMK 4x185, verkkojännite 230 V
- Turku Energian mukaan tunnin huipputeho vuoden jaksolla 60 kW
- Pääkeskuksen oikosulkuvirta 5300 A
- Autopaikotukselle katos taloyhtiön pihalla, jossa autopaikkoja on 30kpl. Autopaikoitusta palvelee oma ryhmäkeskus RK-03, jonka nimellisvirta on 63 A ja syöttökaapeli AMCMK 4x35/16. Keskus sijaitsee noin 30 metrin päässä pääkeskuksesta. Ryhmäkeskuksesta tulee katoksen valaistuksen sähköistys (arviolta 2 kW).

Annetaan tiedot laskentatyökalulle (liite 1). Laskelman mukaan nykyisellä jakelulla voidaan autopaikoituksen ryhmäkeskukseen liittää maksimissaan 4kpl 4 kW latauslaitteita.

6 PÄÄTELMÄT JA LOPPUTULOKSET

Opinnäytetyön kirjallisen osan perusteella voidaan todeta, että latauksiin liittyvät määräykset ovat suunnittelijan ja sähköurakoitsijan kannalta kohtuullisen helpot sisäistä, eikä latauslaitteiden asennukseen kohdistu muita suurempia huomioon otettavia seikkoja, paitsi vikavirtasuojauksen riittävä taso, oikeanlainen ylivirtasuojaus ja sähköjakelujärjestelmän riittävyys. Suunnittelussa tulisi ottaa huomioon latauslaitteen mahdollinen tiedonsiirtoväylän tai suuremman syöttökaapeloinnin tarve myöhemmässä vaiheessa esimerkiksi varausputkituksien tai asennuspaikasta riippuen muun johtoreitin suunnittelun osalta.

Latauspaikkoja suunnitellessa otetaan kantaa kiinteistön tehonkulutukseen ja sähköjakelujärjestelmään, jonka laskemista varten opinnäytetyön laskentatyökaluosa on tehty. Laskennan ei tarvitse olla äärimmäisen tarkkaa, vaan tämäntyypisissä laskennoissa riittää, ettei kiinteistön teoreettista maksimitheoa ylitetä. Laskentatyökalu kykenee laskemaan kulutuksen riittävän tarkasti ja ottaa huomioon myös oikosulkuvirrat, jotka voivat muodostua ongelmaksi latausaseman sijaitessa kaukana syöttävästä keskuksesta. Latauslaitteet itsessään ovat jo varsin pitkälle kehittyneitä muun muassa käyttäjän yksilöinnin ja tiedonsiirtoväylän ansiosta.

Sähköautoilun tuomasta tehontarpeen vuoksi on esitetty huolestuneisuutta Suomen sähköjakelun kantaverkon riittävydestä. Sähköautojen nykyisen yleistymistahdin ja rakennusten energiatehokkuuden paranemisen perusteella ei toistaiseksi ole syytä huoleen. Akkuteknologian kehittyminen ja pitkät kantamat mahdollistavat uudet teknologiat voivat nostaa sähköajoneuvojen määrän voimakkaaseen kasvuun, mutta ainakaan kymmeneen vuoteen ei ole odotettavissa uusien teknologioiden saapumista massatuotantoon.

7 LÄHDELUETTELO

Aaltonen, T. Latauslaitteet. Vastaanottaja: aarne.suominen@sitowise.com. Lähetetty 17.12.2017 klo 21:32. Viitattu 18.12.2018.

Aaltonen, T. Latauslaitteet. Vastaanottaja: aarne.suominen@sitowise.com. Lähetetty 12.2.2018 klo 22:28. Viitattu 12.2.2018.

Aaltonen, T. Latauslaitteet. Vastaanottaja: aarne.suominen@sitowise.com. Lähetetty 13.2.2018 klo 11:34. Viitattu 13.2.2018.

Anttila, J. Fibox-latausasema. Vastaanottaja: aarne.suominen@sitowise.com. Lähetetty 12.2.2018 klo 15:30. Viitattu 12.2.2018.

Anttila, J. 2018. Myyntipäällikkö, Fibox. Lempäälä. Haastattelu Sähkö Tele Valo AV -messuilla 9.2.2018. Haastattelijana Aarne Suominen.

AMK www-sivut. Viitattu 19.3.2018. <http://www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/>

Autotie www-sivut. Viitattu 13.11.2017. <https://www.autotie.fi/>

BMW www-sivut. Viitattu 13.11.2017. <https://www.bmw.fi/fi/index.html>

Charge & Drive www-sivut. Viitattu 13.11.2017. <https://chargedrive.com/en/>

Connection set for conductive charging of electric vehicles. 2011. Viitattu 14.2.2018. http://electroeuropa.org/fileadmin/user_upload/library/GBT_20234.2-2011_Connection_set_of_Conductive_Charging_for_Electric_Vehicles_-_Part_2_AC_charging_coupler.pdf

eTolppa www-sivut. Viitattu 15.2.2018. <https://etolppa.fi/>

Garo www-sivut. Viitattu 5.11.2017 <http://www.garo.fi/>

Juhala, T. Liittymätietoja. Vastaanottaja: petri.rainio@sitowise.com. Lähetetty 26.2.2018 klo 21:32. Viitattu 26.2.2018.

Nissan www-sivut. Viitattu 13.11.2017. https://www.nissan.fi/?&cid=psmsUXM-LeBV_dc|U

Mäkelä, M., Soininen L., Tuomola, S. & Öistämö, J. 2005. Tekniikan kaavasto. 5. uud. p. Tampere: AMK-Kustannus.

Plugit Finland www-sivut. Viitattu 6.11.2017. <https://plugit.fi/fi-fi>

Schneider Electric www-sivut. Viitattu 13.2.2018 <https://www.schneider-electric.fi/fi/>

SFS 6000 Pienjänniteasennukset. 2017. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. Helsinki: SFS. Viitattu 12.2.2018. <http://www.sfs.fi>

ST 51.90. Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus. 2017. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo.

Suominen, A. 2018. Asuinrakennuksen autolatausjärjestelmä, esimerkki 1. Turku.

Suominen, A. 2018. Asuinrakennuksen autolatausjärjestelmä, esimerkki 2. Turku.

Suominen, A. 2018. Asuinrakennuksen autolatausjärjestelmä, esimerkki 3. Turku.


Suominen, A. 2018. Lataustavan 3 mukaisen latauslaitteen periaatekaavio. Turku.

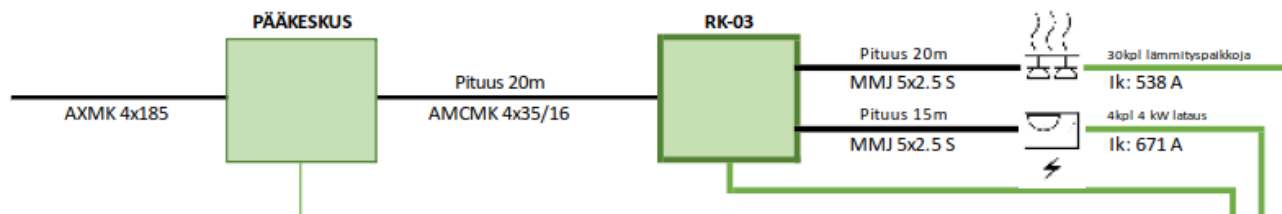
Sähköajoneuvojen lataussuositus 2018. 2018. Viitattu 18.3.2018.
http://www.sesko.fi/files/889/Lataussuositus_2018_2018-03-08.pdf

Tesla www-sivut. Viitattu 13.11.2017. https://www.tesla.com/fi_FI/

Volkswagen www-sivut. Viitattu 13.11.2017. <https://www.volkswagen.fi/fi.html>

VTT Lipasto www-sivut. Viitattu 13.12.2017. <http://lipasto.vtt.fi/index.htm>

	Lounais-Suomi Eerikinkatu 2, 20100 Turku ☎ +358 (0) 10 239 3550 www.sitowise.com	TYÖNUMERO: XXXXXX ESIMERKKIKOHDE <osoitetieto 1> <osoitetieto 2>	AUTOPAIKOITUSLASKELMA Julkaisupäivämäärä: 18.3.2018 Tekijä: <tekijä> Lähtökeskus: <keskus>
	TÄYTÄ VALKOISET SOLUT! ALLA OLEVAN PERIAATEKAAVION TIEDOT TÄYTTÄVÄT AUTOMAATTISESTI!		



Liittymän tiedot: Pääkeskuksen oikosulkuvirta I_k [A]: 5300 Pääkeskuksen impedanssi Z_k [Ω]: 0,0434 Päävarokkeet [A]: 200 Verkköjännite, 1~ [V]: 230	Syöttökaapeli: AXMK 4x185 Liittymän kapasiteetti P_{max} [kW]: 138 Liittymän huipputeho [kW]: 60 Käytössä oleva teho P [kW]: 78	Huipputeho: tunnin huipputeho mitattuna tai laskettuna Liittymän kuormitus [%]: 73 % P/P_{max}
---	---	--

Laskennassa käytettävät arvot: Johdinlämpötila [°C]: 20, 70 α [K ⁻¹]: Cu ominaisvastus ρ [Ωmm ² /m]: 0,0175, 0,0209125, 0,0039 Al ominaisvastus ρ [Ωmm ² /m]: 0,0290, 0,034655, 0,0039	Oletusarvoja, näitä ei tarvitse muuttaa. Korjauskertoimen c: 1 = vaadittu I_k [A]: 200
--	--

Ryhmäkeskuksen tiedot: Jos ryhmien syötöt tulevat suoraan pääkeskuksesta, laita johdinpituudeksi 0!!! RK-03 Nousukaapeli (Cu/Al) A [mm ²]: AMCMK 4x35/16, Al, 35 Kaapelityyppi punalsena: sulake liian iso polkipinta-alaan nähden Kaapelin pituus [m]: 20 Sulake [A]: 63 -pohja [A]: 63 Keskuksen impedanssi Z_k [Ω]: 0,0884 Keskuksen muu kuorma [kW]: 2 Keskuksen kuormitus [%]: 93 % P/P_{max}
--

Ryhmien tiedot: Latauslaitteiden määrä [kpl]: 4 Latauslaitteiden teho [kW]: 4 1-vaiheinen latauslaite [X]: Lämmityspaikkojen määrä [kpl]: 30 Lämmitysteho [kW]: 1,5 Lämmitysryhmät [kpl]: 4 Käyttöaste [%]: 50 Käyttöaste: arvioitu autolämmitystolppien yhtäaikainen käyttö Ryhmä: Autolataus L-johdintiedot (Cu/Al) A [mm ²]: Cu, 2,5 PE(N)-johdintiedot (Cu/Al) A [mm ²]: Cu, 2,5 PEN [X]: Kaapelin pituus [m]: 15 Sulake [A]: 10 -pohja [A]: 10 Kaapelin impedanssi 20°C L [Ω]: 0,10500 Kaapelin impedanssi 70°C L [Ω]: 0,12548 1~ min I_k [A]: 671 3~ max I_k [A]: 1348 Jännite [V]: 226,21 ΔU [%]: 0,65 % Ryhmä: Autolämmitys L-johdintiedot (Cu/Al) A [mm ²]: Cu, 2,5 PE(N)-johdintiedot (Cu/Al) A [mm ²]: Cu, 2,5 PEN [X]: Kaapelin pituus [m]: 20 Sulake [A]: 16 -pohja [A]: 16 Kaapelin impedanssi 20°C L [Ω]: 0,14000 Kaapelin impedanssi 70°C L [Ω]: 0,16730 1~ min I_k [A]: 538 3~ max I_k [A]: 1081 Jännite [V]: 224,92 ΔU [%]: 1,21 %	Latauskuorma [kW]: 16,0 Latauskuorma [A]: 23,4 Lämmityskuorma [kW]: 22,5 Lämmityskuorma [A]: 32,9 Ryhmän kuormitus yhtä latauslaitetta kohden. Ryhmän kuormitus [%]: 59 % P/P_{max} Ryhmän kuormitus yhtä lämmitysryhmää kohden. Ryhmän kuormitus [%]: 51 % P/P_{max}
---	--